

соединения  $\text{LiKCrO}_4$ , сходящимися в квазитройной эвтектике. Фазовая реакция, протекающая в точке невариантного равновесия:  $\text{Ж} \rightleftharpoons \text{LiF} + \text{KCl} + \text{LiKCrO}_4$ .

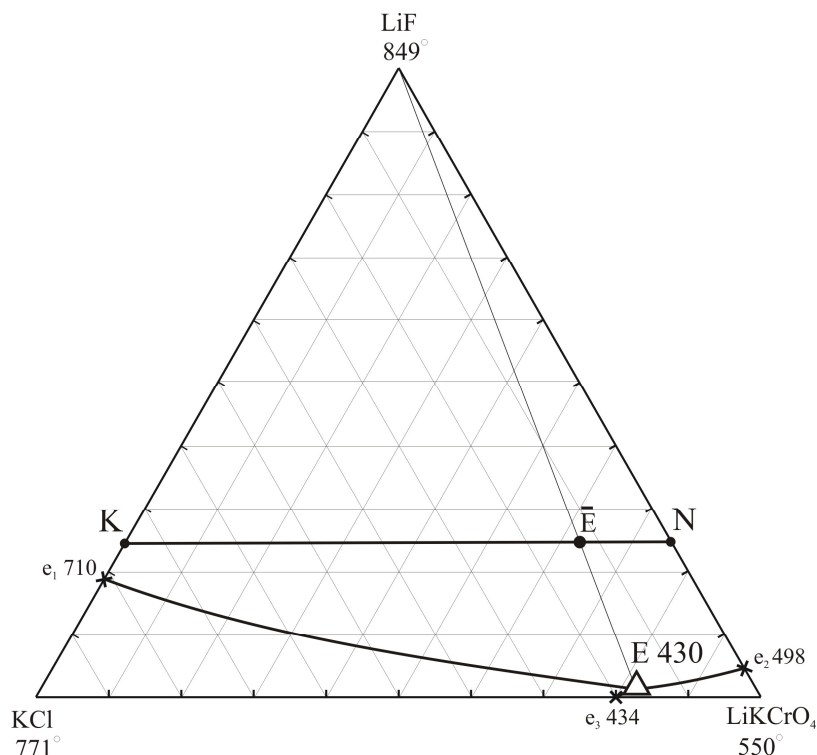


Рис. Треугольник составов системы  $\text{LiF-KCl-LiKCrO}_4$  и расположение политермического разреза  $KN$

## ПОЛУЧЕНИЕ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК6

Выродова Т.Д.\*, Бельков А.М.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: tatyanka.vyrodova@mail.ru

Сплавы системы  $\text{WC-Co}$  являются одними из наиболее распространенных твердых сплавов. Сочетание высоких механических свойств карбида вольфрама с пластичностью и большой ударной вязкостью кобальта обеспечивает им высокую твердость, прочность и износостойкость, благодаря чему они широко используются как инструментальные материалы в металлообрабатывающей и горнодобывающей промышленности. Применение нанокристаллических тугоплавких карбидов рассматривают сейчас как наиболее перспективный путь производства наноструктурированных твердых сплавов с повышенными твердостью, прочностью и трещиностойкостью.

В данной работе предпринята попытка получить нанокристаллический твердый сплав 94 WC – 6 вес. % Co (ВК6). Для этого использовали две нанокристаллические порошковые смеси заданного состава: одна без каких-либо добавок, а другая с добавкой 1 вес. % ПЭГ-1000. Обе смеси готовили с помощью размолла в планетарной шаровой мельнице микрокристаллических порошков WC и Co. ПЭГ-1000 вводили перед размоллом. Исходные порошки и полученные из них порошковые смеси были аттестованы методами рентгеновской и лазерной дифракции, а также с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM).

Анализ с помощью лазерной дифракции показал, что из микрокристаллических порошков WC и Co со средними размерами частиц 13 и 6 мкм, соответственно, была получена порошковая смесь 94 WC – 6 вес. % Co со средним размером частиц 360 нм. А в смеси с добавкой ПЭГ-1000 эта величина составила 280 нм. По данным SEM, наночастицы в обеих порошковых смесях с размерами несколько десятков нм агрегированы в более крупные с размерами несколько сотен нм. Дифракционные рентгеновские рефлексы обеих смесей сильно уширены. По уширению рефлексов методом Вильямсона-Холла определены средний размер областей когерентного рассеяния (около 20 нм) и величина микродеформаций (0,65 %).

Для получения твердых сплавов обе порошковые смеси подвергали прессованию, а затем спеканию в вакууме при температуре 1380 °С. Спеченные образцы цилиндрической формы были разрезаны, отшлифованы и протравлены для дальнейших исследований. Аттестацию проводили с помощью рентгеновской дифракции, SEM, методом гидростатического взвешивания и методом Виккерса. Рентгенофазовый анализ показал, что сплавы содержат значительную долю тройных фаз, которые образовались в результате обезуглероживания образцов при спекании. По анализу SEM-изображений средний размер зерен в сплаве ВК6 составил 610 нм, а в сплаве ВК6 с добавлением ПЭГ-1000 – 740 нм. Образцы ВК6, полученные из порошковой смеси без добавления ПЭГ-1000, оказались более плотными ( $14,8 \text{ г/см}^3$ ) и менее пористыми (1,2 об. %) по сравнению с образцами, в которых использовалась эта добавка ( $14,5 \text{ г/см}^3$  и 3,6 об. %). Микротвердость у обоих сплавов оказалась почти одинаковой и составила около  $1950 \text{ кг/мм}^2$ .

В результате выполненных исследований показано, что использование только нанокристаллической порошковой смеси не является достаточным условием для получения наноструктурированного твердого сплава, а добавка ПЭГ-1000 в порошковую смесь не дает положительного эффекта.